

FUEL-CELL GENERATING SYSTEM

Patent Number: JP8250139

Publication date: 1996-09-27

Inventor(s): YOKOYAMA NAONOBU

Applicant(s): FUJI ELECTRIC CO LTD

Requested Patent: JP8250139

Application Number: JP19950055369 19950315

Priority Number(s):

IPC Classification: H01M8/04

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To properly control the flow rates of combustion and reaction air over a long period at good responsiveness without decreasing system efficiency.

CONSTITUTION: A combustion air controller 10 computes controlling requirements based on the oxygen concentration of combustion exhaust gas measured by a combustion exhaust gas oxygen concentration meter 6 and on the load requirement for a fuel-cell generating system, and transmits a control signal to a combustion air control valve to control the flow rate of combustion air. A reaction air controller 11 also computes the controlling requirements based on the oxygen concentration of reaction exhaust gas measured by a cell exhaust gas oxygen concentration meter 7 and on the load requirement for the fuel-cell generating system, and transmits a control signal to a reaction air control valve to regulate the opening of the valve so as to control the flow rate of reaction air.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-250139

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 M 8/04

技術表示箇所

J

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-55369

(22) 出願日 平成7年(1995)3月15日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 横山 尚伸

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

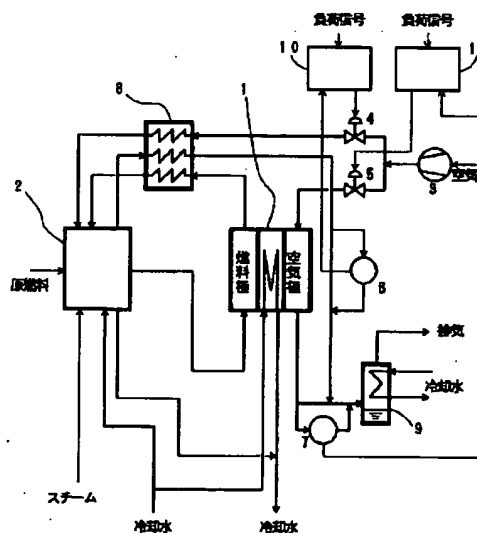
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電装置

(57) 【要約】

【目的】 システムの効率を低下させることなく、燃焼空気および反応空気の流量が、長期にわたり適正に、かつ応答性よく制御できる燃料電池発電装置とする。

【構成】 燃焼空気コントローラ10で、燃焼排ガス酸素濃度計6で測定した燃焼排ガスの酸素濃度と燃料電池発電装置の負荷条件より制御条件を演算し、燃焼空気調節弁に制御信号を送って弁開度を調整して燃焼空気の流量を制御する。また、反応空気コントローラ11で、電池排ガス酸素濃度計7で測定した反応排ガスの酸素濃度と燃料電池発電装置の負荷条件より制御条件を演算し、反応空気調節弁に制御信号を送って弁開度を調整して反応空気の流量を制御する。



- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 ... 燃料電池本体 | 7 ... 電池排ガス酸素濃度計 |
| 2 ... 燃料ガス流量調整弁 | 8 ... 第1熱交換器 |
| 3 ... プロパ | 9 ... 第2熱交換器 |
| 4 ... 燃焼空気調整弁 | 10 ... 燃焼空気コントローラ |
| 5 ... 反応空気調整弁 | 11 ... 反応空気コントローラ |
| 6 ... 燃焼排ガス酸素濃度計 | |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質層と燃料極と空気極とを備える燃料電池本体の燃料極に燃料ガス改質装置で改質される改質燃料ガスを供給し、空気極に反応空気を供給して電気化学反応により直流電力を得る燃料電池発電装置で、燃焼空気が燃料極から排出される燃料排ガスとともに燃料ガス改質装置に供給され、加熱に用いられるものにおいて、燃料ガス改質装置より排出される燃焼排ガスを流通する燃焼排ガス配管に付設される酸素濃度計と、燃焼空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する燃焼空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項2】 前記流量調整手段が、燃焼空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁よりなることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電装置。

【請求項3】 前記流量調整手段が、燃焼空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアよりなることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電装置。

【請求項4】 電解質層と燃料極と空気極とを備えた電池本体の燃料極に燃料ガス改質装置で改質された改質燃料ガスを供給し、空気極に反応空気を供給して電気化学反応により直流電力を得る燃料電池発電装置において、空気極より排出される排ガスを流通する電池排ガス配管に付設される酸素濃度計と、反応空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する反応空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項5】 前記流量調整手段が、反応空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁よりなることを特徴とする請求項4に記載の燃料電池発電装置。

【請求項6】 前記流量調整手段が、反応空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアよりなることを特徴とする請求項4に記載の燃料電池発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、燃料電池発電装置、特に常圧で使用される燃料電池発電装置の反応空気と燃料ガス改質装置用の燃焼空気の流量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図3は、常圧で使用される燃料電池発電装置のガス系統の従来例を示す系統図である。図において、模式的に示した燃料電池本体1には、電解質層と、これを挟持する燃料極と空気極、ならびに発電時の発熱を除去するための冷却板が組み込まれている。燃料極に

は、原燃料を燃料ガス改質装置2へ送り、スチームを加えて加熱、改質して得られる水素濃度の高い燃料ガスが供給され、一方、空気極にはプロア3によって送り込まれる反応空気が供給される。また、プロア3によって送り込まれる空気の一部は、燃焼空気として、燃料極より排出される未反応水素を含む排ガスとともに、第1熱交換器を通して燃料ガス改質装置2に付設されるバーナへと送られて燃焼され、燃料ガス改質装置2の加熱に用いられる。燃焼反応に伴う水分を含んだ燃焼排ガスは、空気極より排出される排ガスとともに、第2熱交換器9へ送られ、冷却して水分を凝縮、除去したのち排気される。

【0003】 燃料電池発電装置の発電運転を適正に制御するには、負荷すなわち発電量に対応して反応ガスの流量を適正に保持する必要がある、負荷の変動に対応して応答性よく追従することが必要である。このため、図3の従来例の空気供給系統においては、燃料ガス改質装置2に送られる燃焼空気の供給系統に燃焼空気調節弁4と燃焼空気流量計21を設置し、また空気極に送られる反応空気の供給系統に反応空気調節弁5と反応空気流量計22を設置して、負荷に対応して各流量を制御する方法が採られている。

【0004】 図4は、常圧で使用される燃料電池発電装置のガス系統の他の従来例を示す系統図である。本図のガス系統の上記の図3のガス系統との差異は、燃焼空気と反応空気の供給系統に設けられた流量調整方式にある。本図のガス系統では、燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて、燃焼空気調節弁4と反応空気調節弁5に制御信号を与えるコントローラ20が付設されている。コントローラ20には、図5に例示したような、燃焼空気供給系統の燃焼空気調節弁4の開度と燃焼空気流量との特性と、反応空気供給系統の反応空気調節弁5の開度と反応空気流量との特性が予め組み込まれており、負荷条件により選定される各流量に対応して、燃焼空気調節弁4と反応空気調節弁5を所定の弁開度に調整して各流量を制御するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図3に示したように空気供給系統に調節弁と空気流量計とを設置して流量を調整する方式においては、応答性のよい流量制御ができ、かつ確実に所定の流量を得ることができる。しかしながら、この方式では負荷に対応して広範囲にわたり測定可能な空気流量計を組み込むこととなるので、空気流量計の圧損に対応してプロアの吐出圧を高くする必要があり、このためプロアの所要動力が大きくなり、燃料電池発電装置のシステムの効率が低下してしまうという問題点がある。

【0006】 一方、図4に示した例のように、予め設定した調節弁の開度と流量との特性条件を用いてコントローラにより空気供給系統の調節弁を調整する方式におい

ては、応答性のよい流量制御ができ、かつ、空気流量計を組み込む必要がないのでプロアの所要動力が小さくてよく、上記のごとき燃料電池発電装置のシステムの効率の低下は起こらない。しかしながら、この方式においても、燃料電池発電装置を長時間使用すると、例えばフィルタのつまり等によって空気供給、排出系統の流路抵抗の経時変化が生じるので、調節弁の開度と流量との特性が予め設定された特性と異なってしまい、また、例えば屋外据え付け型の燃料電池発電装置のように、気温や気圧に大きな差が生じると、調節弁の開度が同一でも実際の流量は変動してしまうので、所定の空気流量が得られなくなるという難点がある。

【0007】この発明は、上述のごとき問題点を考慮してなされたもので、その目的は、システムの効率を低下させることなく、燃焼空気および反応空気の流量が、長期にわたり適正に、かつ応答性よく制御される燃料電池発電装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明においては、電解質層と燃料極と空気極とを備える燃料電池本体の燃料極に燃料ガス改質装置で改質される改質燃料ガスを供給し、空気極に反応空気を供給して電気化学反応により直流電力を得る燃料電池発電装置で、燃焼空気を燃料極から排出される燃料排ガスとともに燃料ガス改質装置に供給し、加熱に用いる燃料電池発電装置に、燃料ガス改質装置より排出される燃焼排ガスを通流する燃焼排ガス配管に付設される酸素濃度計と、燃焼空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する燃焼空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えることとする。

【0009】さらに、上記の流量調整手段として、燃焼*

$$Q_{RF} = [Q_F \times (\alpha - \varepsilon x) - \beta \times (1 - x) \times I] / (\gamma - x) \quad (1)$$

本式において、 α 、 β 、 γ ならびに ε は定数であり、また原燃料の流量 $[Q_F]$ は、通常、一定にして運転されるので、燃焼排ガスの酸素濃度 $[x]$ は Q_{RF} と I とで定まり、逆に、負荷電流 $[I]$ と燃焼排ガスの酸素濃度 $[x]$ より燃焼空気の流量 $[Q_{RF}]$ が定まることとなる。

【0013】したがって、燃料電池発電装置に、燃焼排ガス配管に付設される酸素濃度計と、燃焼空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する燃焼空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えて、負荷電流 $[I]$ と、上記の酸素濃度計で測定された燃焼排ガスの酸素濃度 $[x]$ を用いて流量調整手段を制御すれば、系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧に左右されることがなく、かつ圧損を伴う空気流量計を付設しなくとも、的

*空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁、あるいは燃焼空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアを用いることとする。また、電解質層と燃料極と空気極とを備えた電池本体の燃料極に燃料ガス改質装置で改質された改質燃料ガスを供給し、空気極に反応空気を供給して電気化学反応により直流電力を得る燃料電池発電装置に、空気極より排出される排ガスを通流する電池排ガス配管に付設される酸素濃度計と、反応空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する反応空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えることとする。

【0010】さらに、上記の流量調整手段として、反応空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁、あるいは反応空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアを用いることとする。

【0011】

【作用】燃料ガス改質装置に供給される燃焼空気は、原燃料を燃料ガス改質装置へ送り、改質して得られる水素濃度の高い燃料ガスが燃料電池本体の燃料極で負荷に相当する電池反応により水素を消費して生じる未反応の水素を含む燃料極排出ガスと、燃料ガス改質装置のバーナで酸素と水素の燃焼反応を起こして上記の原燃料の改質に寄与したのち、未反応の酸素を含んだ燃焼排ガスが排出されることとなる。したがって、燃焼排ガスの酸素濃度 $[x]$ は、供給される燃焼空気の流量 $[Q_{RF}]$ と、原燃料の流量 $[Q_F]$ と、燃料電池発電装置の負荷条件すなわち負荷電流 $[I]$ と、燃料ガス改質装置および燃料電池本体の特性値より定まり、簡略化して表示すると、次式(1)のごとくとなる。

【0012】

【数1】

確に燃焼空気の流量 $[Q_{RF}]$ が制御されることとなる。

【0014】とくに、上記の流量調整手段として、燃焼空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁、あるいは燃焼空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアを用いれば、式(1)に対応して与えられる燃焼空気調整弁の弁開度、あるいは燃焼空気プロアの回転数を予め燃焼空気コントローラの演算機能に組み込むことにより、燃焼空気の流量が的確に制御されることとなる。

【0015】一方、燃料電池本体の空気極へ供給される反応空気は、空気極で負荷に相当する電池反応により酸素を消費し、未反応の酸素を含む排ガスが排出されることとなる。したがって、反応空気の排ガス、すなわち電池排ガスの酸素濃度 $[y]$ は、供給される反応空気の流量 $[Q_{FC}]$ と、燃料電池発電装置の負荷条件すなわち負荷電流 $[I]$ と、燃料電池本体の特性値より定まり、簡

略化して表示すると、次式(2)のごとくとなる。

【0016】

$$Q_{rc} = a \times I \times b \times (1 - y) / (b - y) \quad (2)$$

本式において、aならびにbは定数であるので、反応排ガスの酸素濃度〔y〕は Q_{rc} とIとで定まり、逆に、負荷電流〔I〕と反応排ガスの酸素濃度〔y〕より反応空気の流量〔 Q_{rc} 〕が定まることとなる。

【0017】したがって、燃料電池発電装置に、空気極より排出される排ガスを通過する電池排ガス配管に付設される酸素濃度計と、反応空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する反応空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えて、負荷電流〔I〕と、上記の酸素濃度計で測定された反応排ガスの酸素濃度〔y〕の測定値を用いて流量調整手段を制御すれば、経時変化や気温、気圧に左右されることなく、かつ圧損を伴う空気流量計を付設しなくとも、的確に反応空気の流量〔 Q_{rc} 〕が制御できることとなる。

【0018】とくに、上記の流量調整手段として、反応空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁、あるいは反応空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアを用いることとすれば、式(2)に対応して与えられる反応空気調整弁の弁開度、あるいは反応空気プロアの回転数を予め反応空気コントローラの演算機能に組み込むことにより、反応空気の流量が的確に制御されることとなる。

【0019】

【実施例】図1は、本発明による空気流量の制御装置の第1の実施例を組み込んだ燃料電池発電装置のガス系統図である。図において、図3あるいは図4に示した従来例と同一の機能を有する構成部品には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0020】本図に示した実施例の図3あるいは図4に示した従来例との第1の差異は、燃料改質装置2のバーナより排出され第1熱交換器8を経て第2熱交換器9へと送られる燃焼排ガスの排出管に、燃焼排ガス酸素濃度計6が設置され、この燃焼排ガス酸素濃度計6の出力と負荷信号を受ける燃焼空気コントローラ10により、プロア3で供給され第1熱交換器8を経て燃料改質装置2のバーナへ送られる燃焼空気の流量を調整する燃焼空気調整弁4が制御されていることにあり、第2の差異は、燃料電池本体1の空気極より排出され第2熱交換器9へと送られる反応空気の排出ガスすなわち電池排ガスの排出管に、電池排ガス酸素濃度計7が設置され、この電池排ガス酸素濃度計6の出力と負荷信号を受ける反応空気コントローラ11により、プロア3で供給され空気極へと送られる反応空気の流量を調整する反応空気調整弁5が制御されていることにある。

【0021】上記の燃焼空気コントローラ10は、燃焼

*【数2】

*

排ガス酸素濃度計6の出力より得られる酸素濃度と負荷信号より得られる負荷電流値とにより前述の式(1)によって所要燃焼空気流量を演算し、対応する燃焼空気調整弁4の弁開度を求めて、燃焼空気調整弁4に制御信号を送る機能を有しており、また、反応空気コントローラ11は、電池排ガス酸素濃度計7の出力より得られる酸素濃度と負荷信号より得られる負荷電流値とにより前述の式(2)によって所要反応空気流量を演算し、対応する反応空気調整弁5の弁開度を求めて、反応空気調整弁5に制御信号を送る機能を有している。したがって、系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧の変化があっても、これに左右されることなく燃焼空気の流量〔 Q_{rf} 〕が的確にかつ応答性よく制御でき、また圧損を伴う空気流量計が組み込まれていないので、システムの効率の低下が回避されることとなる。

【0022】図2は、本発明による空気流量の制御装置の第2の実施例を組み込んだ燃料電池発電装置のガス系統図である。本実施例と上述の第1の実施例との差異は、燃料改質装置2のバーナへ送られる燃焼空気と、空気極へ送られる反応空気が、それぞれ専用の燃焼空気プロア3Aと反応空気プロア3Bによって供給され、さらに燃焼空気プロア3Aが燃焼排ガス酸素濃度計6の出力と負荷信号を受ける燃焼空気コントローラ10Aにより制御され、一方、反応空気プロア3Bは電池排ガス酸素濃度計6の出力と負荷信号を受ける反応空気コントローラ11Aにより制御されていることにある。

【0023】燃焼空気コントローラ10Aは、第1の実施例と同様に燃焼排ガス酸素濃度計6の出力より得られる酸素濃度と負荷信号より得られる負荷電流値とにより式(1)によって所要燃焼空気流量を演算し、さらに対応するプロア3Aの回転数を求めて、プロア3Aに制御信号を送る機能を有しており、また、反応空気コントローラ11Aは、電池排ガス酸素濃度計7の出力より得られる酸素濃度と負荷信号より得られる負荷電流値とにより式(2)によって所要反応空気流量を演算し、対応するプロア3Bの回転数を求めて、プロア3Bに制御信号を送る機能を有している。したがって、系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧の変化があっても、これに左右されることなく燃焼空気の流量〔 Q_{rf} 〕が的確にかつ応答性よく制御でき、また圧損を伴う空気流量計が組み込まれていないので、システムの効率の低下が回避されることとなる。

【0024】

【発明の効果】上述のように、本発明によれば、電解質層と燃料極と空気極とを備える燃料電池本体の燃料極に燃料ガス改質装置で改質される改質燃料ガスを供給し、空気極に反応空気を供給して電気化学反応により直流電

7

力を得る燃料電池発電装置で、燃焼空気を燃料極から排出される燃料排ガスとともに燃料ガス改質装置に供給し、加熱に用いる燃料電池発電装置に、燃料ガス改質装置より排出される燃焼排ガスを通流する燃焼排ガス配管に付設される酸素濃度計と、燃焼空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する燃焼空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えることとしたので、系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧に左右されことなく、長期にわたりの確に燃焼空気の流量が制御でき、かつ圧損を伴う空気流量計を付設しないこととしたのでシステム効率が低下しない燃料電池発電装置が得られることとなった。

【0025】さらに、上記の流量調整手段として、燃焼空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁、あるいは燃焼空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアを用いることとすれば、酸素濃度値と負荷条件により定められる燃焼空気流量に対応する燃焼空気調整弁の弁開度、あるいは燃焼空気プロアの回転数を予め燃焼空気コントローラの演算機能に組み込むことにより、燃焼空気の流量が系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧に左右されことなく、長期にわたりの確に制御され、また、空気流量計を用いないのでシステム効率が低下しない燃料電池発電装置が得られることとなる。

【0026】また、上記の燃料電池発電装置に、空気極より排出される排ガスを通流する電池排ガス配管に付設される酸素濃度計と、反応空気の供給配管に設けられる流量調整手段と、酸素濃度計の測定値信号と燃料電池発電装置の負荷条件を与える負荷信号を受けて流量調整手段に制御信号を出力する反応空気コントローラよりなる空気流量制御装置を備えることとすれば、系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧に左右されことなく、長期にわたりの確に燃焼空気の流量が制御でき、かつ圧損を伴う空気流量計を付設しないのでシステム効率が低下しない燃料電池発電装置が得られることとなった。

8

【0027】さらに、上記の流量調整手段として、反応空気コントローラの制御信号により弁開度を制御される空気調整弁、あるいは反応空気コントローラの制御信号により回転数を制御されるプロアを用いることとすれば、酸素濃度値と負荷条件により定められる反応空気流量に対応する反応空気調整弁の弁開度、あるいは反応空気プロアの回転数を予め反応空気コントローラの演算機能に組み込むことにより、反応空気の流量が系統の流路抵抗の経時変化や気温、気圧に左右されことなく、長期にわたりの確に制御され、また、空気流量計を用いないのでシステム効率が低下しない燃料電池発電装置が得られることとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による空気流量の制御装置の第1の実施例を組み込んだ燃料電池発電装置のガス系統図

【図2】本発明による空気流量の制御装置の第2の実施例を組み込んだ燃料電池発電装置のガス系統図

【図3】燃料電池発電装置のガス系統の従来例を示す系統図

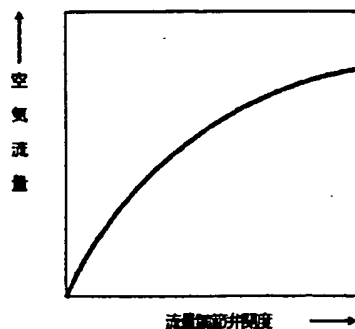
【図4】燃料電池発電装置のガス系統の他の従来例を示す系統図

【図5】図4に示した他の従来例における燃焼空気供給系統の燃焼空気調節弁の開度と燃焼空気流量との特性図

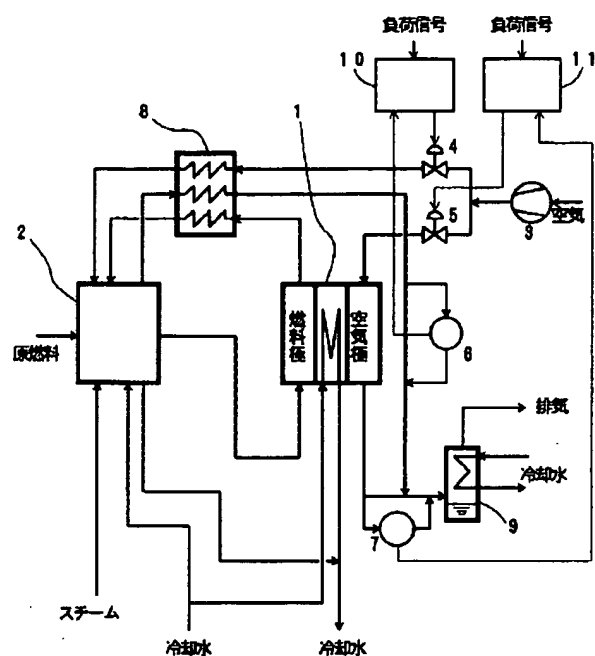
【符号の説明】

- 1 燃料電池本体
- 2 燃料ガス改質装置
- 3 プロア
- 3A 燃焼空気プロア
- 3B 反応空気プロア
- 4 燃焼空気調節弁
- 5 反応空気調節弁
- 6 燃焼排ガス酸素濃度計
- 7 電池排ガス酸素濃度計
- 10 燃焼空気コントローラ
- 10A 燃焼空気コントローラ
- 11 反応空気コントローラ
- 11A 反応空気コントローラ

【図5】

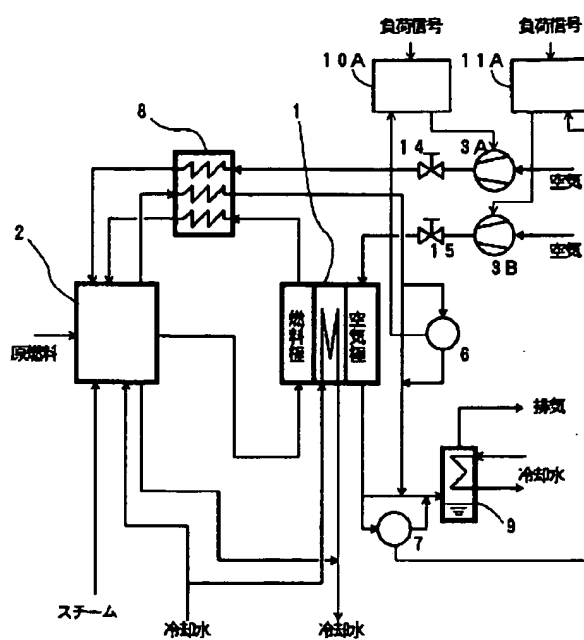


【図1】



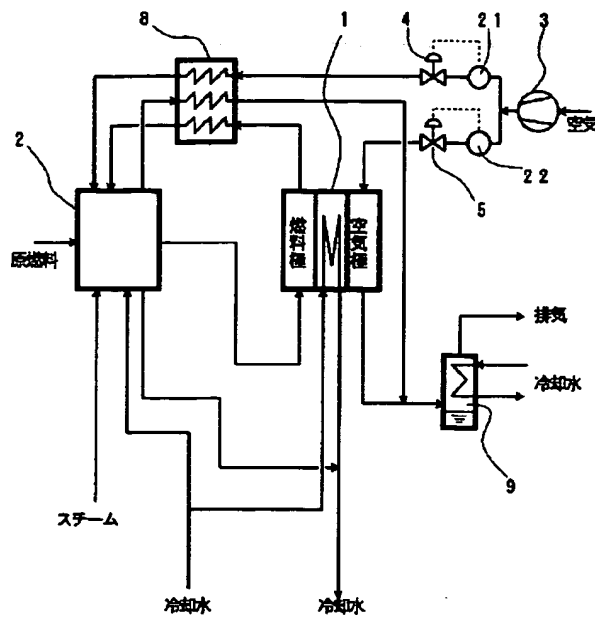
- | | |
|----------------|-----------------|
| 1 … 燃料電池本体 | 7 … 電池排ガス酸素濃度計 |
| 2 … 燃料ガス改質装置 | 8 … 第1熱交換器 |
| 3 … ブロー | 9 … 第2熱交換器 |
| 4 … 燃焼空気開閉弁 | 10 … 燃焼空気コントローラ |
| 5 … 反応空気開閉弁 | 11 … 反応空気コントローラ |
| 6 … 燃焼排ガス酸素濃度計 | |

【図2】



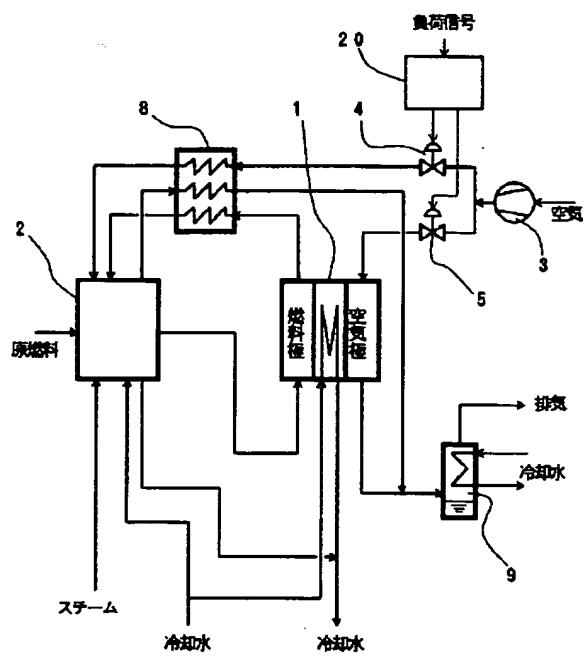
- | | |
|----------------|------------------|
| 1 … 燃料電池本体 | 8 … 第1熱交換器 |
| 2 … 燃料ガス改質装置 | 9 … 第2熱交換器 |
| 3A … 燃焼空気ブロー | 10A … 燃焼空気コントローラ |
| 3B … 反応空気ブロー | 11A … 反応空気コントローラ |
| 6 … 燃焼排ガス酸素濃度計 | 14 … 手動弁 |
| 7 … 電池排ガス酸素濃度計 | 15 … 手動弁 |

【図3】



- | | |
|--------------|--------------|
| 1 … 燃料電池本体 | 8 … 第1熱交換器 |
| 2 … 燃料ガス改質装置 | 9 … 第2熱交換器 |
| 3 … ブローア | 21 … 燃焼空気流量計 |
| 4 … 燃焼空気調節弁 | 22 … 反応空気流量計 |
| 5 … 反応空気調節弁 | |

【図4】



- | | |
|--------------|-------------|
| 1 … 燃料電池本体 | 5 … 反応空気調節弁 |
| 2 … 燃料ガス改質装置 | 8 … 第1熱交換器 |
| 3 … ブローア | 9 … 第2熱交換器 |
| 4 … 燃焼空気調節弁 | 20 … コントローラ |